

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/000266

International filing date: 13 January 2005 (13.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-047701
Filing date: 24 February 2004 (24.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 10 March 2005 (10.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

17.01.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 2 月 2 4 日

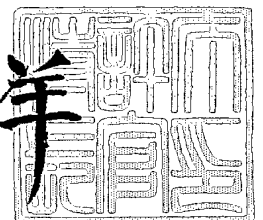
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 4 7 7 0 1
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 4 7 7 0 1]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社フジキン

2 0 0 5 年 2 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 T151201PN0
【提出日】 平成16年 2月24日
【あて先】 特許庁長官 殿
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府大阪市西区立売堀 2 丁目 3 番 2 号 株式会社フジキン内
 【氏名】 平田 薫
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府大阪市西区立売堀 2 丁目 3 番 2 号 株式会社フジキン内
 【氏名】 池田 信一
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府大阪市西区立売堀 2 丁目 3 番 2 号 株式会社フジキン内
 【氏名】 西野 功二
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府大阪市西区立売堀 2 丁目 3 番 2 号 株式会社フジキン内
 【氏名】 土肥 亮介
【特許出願人】
 【識別番号】 390033857
 【氏名又は名称】 株式会社フジキン
【代理人】
 【識別番号】 100082474
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 杉本 丈夫
 【電話番号】 06-6201-5508
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 003263
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9720617

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

耐食性金属基板（2）と、当該耐食性金属基板（2）の接流体表面の裏面側に設けた温度センサ（3 a）と加熱用ヒータ（3 b）とを形成する薄膜から成る質量流量センサ部（3）と、耐食性金属基板（2）の接流体表面の裏面側に設けた歪みセンサ素子（4 a）を形成する薄膜から成る圧力センサ部（4）とを備え、流体の質量流量及び圧力を計測する構成としたことを特徴とする耐食金属製流体用センサ。

【請求項 2】

耐食性金属基板（2）を、その接流体表面を外方へ露出させた状態で耐食金属製の流量センサベース（10）の取付溝（10 a）内へ挿着し、耐食金属基板（2）の外周縁を気密に流量センサベース（10）へ溶接する構成とした請求項 1 に記載の耐食金属製流体用センサ。

【請求項 3】

圧力センサ部（4）の出力により、質量流量センサ部（3）の圧力に対する出力ドリフトを補正するようにした請求項 1 又は請求項 2 に記載の耐食金属製流体用センサ。

【請求項 4】

流量センサベース（10）と、流体を流入させる流体流入口と流体を流出させる流体流出口と、両者の流体流入口と流体流出口間を連通する流体通路とを備えたボディ（21）を金属ガスケット（27）を介して接続し、前記気密を保つ金属ガスケット（27）に対してその真上の部材の剛性を相対的に高くすることにより、当該金属ガスケット（27）の締め付けによる質量流量センサ部（3）及び圧力センサ部（4）の歪みを抑えるようにした請求項 2 又は請求項 3 に記載の耐食金属製流体用センサ。

【請求項 5】

薄膜（F）を、耐食性金属基板（2）の接流体表面の裏面に形成した絶縁膜（5）と、その上方に形成した温度センサ（3 a）、加熱用ヒータ（3 b）及び歪みセンサ素子（4 a）を形成する金属膜（M）と、絶縁膜（5）及び金属膜（M）を覆う保護膜（6）とから構成するようにした請求項 1、請求項 2、請求項 3 又は請求項 4 に記載の耐食金属製流体用センサ。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 の何れかに記載の耐食金属製流体用センサを流体制御機器に搭載し、流体制御時に流量及び又は圧力の確認が適宜行えることを特徴とする耐食金属製流体用センサを用いた流体供給機器。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 耐食金属製流体用センサ及びこれを用いた流体供給機器

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、半導体製造装置のガス供給ライン等における質量流量及び又は圧力の検出に主として用いられるものであり、センサ部の接ガス面を全てステンレス鋼（S U S 3 1 6 L）等の耐食性を有する金属材により形成し、耐食性の強い流体に対しても優れた耐食性を具備すると共に、パーティクルフリー及びリークフリーの達成並びに検出精度の一層の向上を可能とした耐食金属製流体用センサと、これを用いた流体供給機器に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従前から化学分析装置等の技術分野に於いては、流体の質量流量測定用として、キャピラリ型熱式質量流量センサやマイクロマシン技術によるシリコン製超小型熱式質量流量センサが多く利用されている。

ところで、前者のキャピラリ型熱式質量流量センサは、その構造からしてセンサの接ガス面をステンレス鋼で形成することが出来るため、被測定流体に対する耐食性を容易に高めることが出来ると云う特徴を有している。

【0 0 0 3】

しかし、このキャピラリ型熱式質量流量センサは、キャピラリチューブを加熱するために加熱ヒータ用抵抗線の巻き付けを必要とする。そのため、個々の製品センサ間に特性上のバラツキが生じやすいと云う問題がある。

また、キャピラリチューブやヒータ用抵抗線の熱容量が比較的大きいため、質量流量センサの応答速度が低いと云う問題もある。

【0 0 0 4】

一方、近年所謂マイクロマシン技術の発展に伴って、後者のシリコン製超小型熱式質量流量センサの開発並びに利用が拡大して来ており、化学関係分野のみならず、自動車等の機械工業の分野に於いても広く利用に供されている。何故なら、このシリコン製超小型熱式質量流量センサは、一括処理により製造が可能なことから個々の製品センサ間の特性上のバラツキが少ないだけでなく、小型化によって熱容量が小さくなっていて、センサとしての応答速度が極めて高いという優れた特徴を有しているからである。

【0 0 0 5】

しかし、当該シリコン製超小型熱式質量流量センサにも解決すべき多くの問題点が残されており、その中でも特に解決を急がれる問題は耐食性の点である。即ち、このシリコン製超小型熱式質量流量センサでは、接ガス面の構成材としてシリコンを使用しているため、ハロゲン系等の流体によって容易に腐食されると云う基本的な難点が存在する。

【0 0 0 6】

また、この質量流量センサでは、シール材としてエポキシ樹脂やＯリング等の有機材が用いられているため、パーティクルの放出や外部リークの発生が避けられず、その結果、半導体製造装置のガス供給ライン等へは適用することが出来ないと云う問題がある。

【0 0 0 7】

更に、この質量流量センサでは、被測定流体の圧力が変動することによって質量流量の検出値が変動したり、或いは、質量流量センサをガス供給ラインへ取り付けする際の機械的な締込力（又は押圧力）によりセンサが歪み、これによって質量流量の検出値にバラツキが生ずると云う問題がある。

【0 0 0 8】

一方、上記シリコン製超小型熱式質量流量センサの有する問題点を解決するため、これ迄にも様々な技術が開発されている。

例えば、特開 2 0 0 1 - 1 4 1 5 4 0 号や特開 2 0 0 1 - 1 4 1 5 4 1 号等では、図 2 0 に示すようにシリコン基板 A からなるフレーム D の上面に形成した膜 E の最外層に防温

層 E₆ を設け、これによって膜 E の安定性を高めるようにしている。尚、図 20 に於いて、E₁ ~ E₃ は膜 E を形成する酸化ケイ素層、E₄ は窒化ケイ素層、E₅ は白金属、C はリード接続用金具である。

【0009】

ところで、上記図 20 に示すシリコン製超小型熱式質量流量センサに於いては、フレーム D の下面側に窒化ケイ素 E₄ を設けたり、或いは、窒化ケイ素層から成る防湿層 E₆ を設けることにより膜 E の耐水性や防湿性を高めるようにはしているが、フレーム D そのものをシリコン基板 A により形成しているため、前記腐食等の問題に対して、基本的な解決を与えるには至っていない。

【0010】

【特許文献 1】特開 2001-141540 号公報

【特許文献 2】特開 2001-141541 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本願発明は、従前の質量流量センサに於ける上述の如き問題、即ちキャピラリ型熱式質量流量センサでは、製品間の特性上のバラツキが生じ易いうえ、応答速度が低いこと、また、シリコン製超小型熱式質量流量センサでは、(1) 耐食性に欠けるうえパーティクルの発生や外部リークの発生が避けられないこと、(2) 被測定流体の圧力やセンサの取付機構の変化によって質量流量の検出値にバラツキが発生すること等の問題を解決せんとするものであり、マイクロマシン技術を用いて超小型で均一的な品質の製品を製造することができ、更に、流体圧力の変動による検出値のバラツキを自動的に修正できると共に、耐食性に優れ、高応答速度やパーティクルフリー、外部リークレス、質量流量と流体圧力の両方の検出を可能にした耐食金属製流体用センサと、これを用いた流体供給機器を提供することを、発明の主たる目的とするものである。

【0012】

本願発明者等は、マイクロマシン技術を活用してステンレス鋼等の耐食性金属基板の上に、質量流量センサ部に必要な 2 個の測温抵抗や加熱用ヒータ、各素子間を連結するリード線及び圧力センサ部に必要な歪センサ素子やリード線等を薄膜体により形成することにより、流体用センサの製品間の品質のバラツキを防止すると共に耐食性や応答性を高め、更にパーティクルフリーと外部リークレス及び流体圧力の検出及び流体圧力の変動による質量流量センサ検出値の変動の自動修正を図ること及び圧力センサ部により流体圧力がモニタ可能であることを着想し、当該着想に基づいて質量流量センサ部と圧力センサ部とを備えた流体用センサを試作し、その作動試験を重ねて来た。

【0013】

本願発明は、上記着想と各種の試験結果をベースにして創作されたものであり、請求項 1 の発明は、耐食性金属基板 2 と、当該耐食性金属基板 2 の接流体表面の裏面側に設けた温度センサ 3 a と加熱用ヒータ 3 b とを形成する薄膜から成る質量流量センサ部 3 と、耐食性金属基板 2 の接流体表面の裏面側に設けた歪みセンサ素子 4 a を形成する薄膜から成る圧力センサ部 4 とを備え、流体の質量流量及び圧力を計測する構成としたことを特徴とするものである。

【0014】

請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明に於いて、耐食性金属基板 2 を、その接流体表面を外方へ露出させた状態で耐食金属製の流量センサベース 10 の取付溝 10 a 内へ挿着し、耐食金属基板 2 の外周縁を気密に流量センサベース 10 へ溶接する構成としたものである。

【0015】

請求項 3 の発明は、請求項 1 又は請求項 2 の発明に於いて、圧力センサ部 4 の出力により、質量流量センサ部 3 の圧力に対する出力ドリフトを補正するようにしたものである。

【0016】

請求項 4 の発明は、請求項 2 又は請求項 3 の発明に於いて、流量センサベース 10 と、流体を流入させる流体流入口 21a と流体を流出させる流体流出口 21c と、両者の流体流入口 21a と流体流出口 21c 間を連通する流体通路 21b とを備えたボディ 21 を金属ガスケット 27 を介設して接続し、前記気密を保つ金属ガスケット 27 に対してその真上の部材の剛性を相対的に高くすることにより、当該金属ガスケット 27 の締め付けによる質量流量センサ部 3 及び圧力センサ部 4 の歪みを抑えるようにしたものである。

【0017】

請求項 5 の発明は、請求項 1、請求項 2、請求項 3 又は請求項 4 の薄膜 F を、耐食性金属基板 2 の接流体表面の裏面に形成した絶縁膜 5 と、その上方に形成した温度センサ 3a、加熱用ヒータ 3b 及び歪みセンサ素子 4a を形成する金属膜 M と、絶縁膜 5 及び金属膜 M を覆う保護膜 6 とから構成するようにしたものである。

【0018】

請求項 6 の発明は、請求項 1 から請求項 5 の何れかに記載の耐食金属製流体用センサを流体制御機器に搭載し、流体制御時に流量及び圧力の確認が適宜行えるようにしたものである。

【発明の効果】

【0019】

本願発明では、従前のシリコン製超小型熱式質量流量センサの場合と同様に、マイクロマシン技術を活用して流体用センサを製造するため、製品間の品質上のバラツキを極めて小さなものにすることが出来る。また、センサ基板である耐食性金属基板（例えば SUS 316L 製基板）を薄板に加工すると共に、抵抗線等を薄膜化することにより、センサ部の熱容量を極く小さなものになっているため、センサとしての応答速度が大幅に速くなる。

【0020】

本願発明では、接ガス面を全て耐食性金属で構成すると共に、センサ部とセンサベースとの組立を溶接により行い、更にバルブボディ等への取付けをメタルガスケットシールにより行うようにしているため、コロージョンフリーやパーティクルフリー、外部リークフリーの達成が可能となる。

【0021】

加えて、本願発明では、質量流量センサ部と圧力センサ部とを同時に耐食性金属基板上に形成し、圧力センサ部の検出値により、流体圧力の変動による質量流量の変化量（ドリフト量）を調整することが可能のようにしているため、より高精度な質量流量の検出が行なえると共に、必要に応じて圧力検出値を外部へ出力することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態を説明する。

図 1 は、本発明に係る耐食金属製流体用センサの要部であるセンサ部 1 の平面概要図であり、図 2 は図 1 の A-A 視断面概要図である。

【0023】

当該センサ部 1 は、薄い耐食性金属基板 2 と、基板 2 の上面に形成した絶縁膜 5 と、絶縁膜 5 の上面に形成した質量流量センサ部 3 及び圧力センサ部 4 と、質量流量センサ部 3 及び圧力センサ部 4 等の上面に形成した保護膜 6 等とから形成されている。

また、前記質量流量センサ部 3 は温度センサ 3a 及び加熱用ヒータ 3b 等から、前記圧力センサ部 4 は歪みセンサ素子 4a 等から夫々形成されている。

更に、絶縁膜 5 と、温度センサ 3a の測温抵抗 3a₁、3a₂ や加熱用ヒータ 3b、導電用リード部分（図示省略）、歪みセンサ素子 4a 等を形成する金属膜 M と、保護膜 6 とから、耐食性金属基板 2 の上面側（接流体表面の裏面側）に薄膜 F が形成されており、前記保護膜 6 には、適宜の寸法を有する電極挿入孔 7 がエッチング加工により形成されている。

【0024】

而して、被測定ガス G は、センサ部 1 の下面側（接流体表面側）を耐食性金属基板 2 に

沿って、図 2 の矢印方向に流れる。この時耐食性金属基板 2 には、ガス G の有する熱量の一部が与えられることになり、その結果、耐食性金属基板 2 の温度分布 T_t は、図 3 に示すように、ガス G の流れていないときの温度分布 T_o から温度分布 T_t のように変化する。

【0025】

上記のように、ガス G が流れることにより生じた耐食性金属基板 2 の温度分布の変化は、温度センサ 3 を形成する各測温抵抗 $3a_1$ 、 $3a_2$ の抵抗値の変化を介して測温抵抗 $3a_1$ 、 $3a_2$ の両端の電圧値の変化として現れ、この電圧値の変化を差動出力として検出することにより、ガス G の質量流量を検出することが出来る。

尚、上述の如き熱式質量流量センサの動作原理は、公知のシリコン製熱式質量流量センサの場合と同一であるため、ここではその詳細な説明を省略する。

【0026】

同様に、被測定ガス G の圧力は、歪みセンサ素子 4 a の出力を介して連続的に検出されており、ガス G の圧力変動は歪みセンサ素子 4 a の出力変動として検出される。

尚、後述するように、質量流量センサ部 3 の出力は被測定ガス G の圧力に略比例して変動するため、当該圧力センサ部 4 の検出圧力値を用いて、質量流量センサ部 3 で検出質量流量の検出値の補正が行なわれる。

【0027】

前記センサ部 1 を形成する耐食性金属材料 W は、厚さによってセンサ部 1 の熱容量が変化するため、質量流量センサ部 3 の応答速度及びセンサ感度に影響が出る。図 1 及び図 2 を参照して、本実施形態に於いては、厚さ $150\mu\text{m}$ 以下のステンレス鋼薄板 (SUS 316L) を使用している。 $150\mu\text{m}$ 以下にすることによってセンサ部 1 の熱容量が小さくなり、応答速度やセンサ感度を上昇させることが出来るが、十分な応答速度やセンサ感度が得られるのであれば $150\mu\text{m}$ 以上であっても良いことは勿論である。

【0028】

前記絶縁膜 5 は、後述するように所謂 CVD 法により形成された厚さ $1.2\mu\text{m} \sim 1.8\mu\text{m}$ の酸化皮膜であって、本実施形態に於いては CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により形成した厚さ $1.5\mu\text{m}$ の SiO_2 膜が絶縁膜 5 として用いられている。

【0029】

前記測温抵抗 $3a_1$ 、 $3a_2$ 、加熱用ヒータ 3 b は前記絶縁膜 5 上に質量流量センサ部用マスクパターン (図示省略) を用いて形成された金属膜 M_1 から形成されており、本実施形態では Cr/Pt/Cr (厚さ $10/100/10\mu\text{m}$) を蒸着法により順次積層して成る金属膜から、測温抵抗 $3a_1$ 、 $3a_2$ 及び加熱用ヒータ 3 b 等が夫々形成されている。

【0030】

同様に、歪みセンサ素子 4 a は、前記絶縁膜 5 上に歪みセンサ部用マスクパターン (図示省略) を用いて形成した金属膜 M_2 から形成されており、本実施形態では Cr/Cr-Ni/Cr (厚さ $10\mu\text{m}/100\mu\text{m}/10\mu\text{m}$) を蒸着法により順次積層して成る金属膜 M_2 から、歪みセンサ素子 4 a 等が形成されている。

【0031】

前記保護膜 6 は測温抵抗 $3a_1$ 、 $3a_2$ や加熱用ヒータ 3 b、歪みセンサ素子 4 a 等の上方を覆う膜体であり、本実施形態では CVD 法により形成した厚さ $0.4 \sim 0.7\mu\text{m}$ (質量流量センサ部 3 及び圧力センサ部 4) の SiO_2 皮膜が用いられている。

また、当該保護膜 6 には、プラズマエッチング法により適宜の形状の電極挿入孔 7 が設けられており、当該電極挿入孔 7 を通して電極棒等の引出しが行われている。

【0032】

尚、センサ部 1 を形成する耐食性金属基板 2 の裏面側は、厚さ $150\mu\text{m}$ 以下に仕上げられている。

また、センサ部 1 は、最終的に所謂貫通エッチング加工によって耐食性金属材料 W から

切り離され、この切り離されたセンサ部 1 が、後述するように別途に形成した耐食金属製の流量センサベース 10 へレーザ溶接等により気密状に固定されることにより、図 5 に示す如き構造の本発明に依る耐食金属製流体用センサ S が構成される。

【0033】

次に、前記センサ部 1 を形成する質量流量センサ部 3 の製作加工工程を説明する。

図 4 は、本発明で使用するセンサ部 1 を形成する質量流量センサ部 3 及び圧力センサ部 4 の製造工程の説明図である。

まず、耐食性金属材料 W として適宜の形状寸法、例えば直径 70 mm ϕ ~ 150 mm ϕ 、厚さ 150 μ m 以下のステンレス鋼薄板 (SUS316L) を準備する (図 4 (a))。尚、耐食性金属材料 W としては、ステンレス鋼薄板以外の金属薄板 (例えば Cr-Ni 合金から成る不銹鋼板) でも良いことは勿論である。

【0034】

次に、前記準備したステンレス鋼薄板の外裏面に、TEOS (Tetra-Ethoxy-Silane) を用いるプラズマ CVD 装置 (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition Device) により厚さ約 1.5 μ m の SiO₂ 膜 (絶縁膜) 5 を形成する (図 4 (b))。

【0035】

その後、前記 SiO₂ 膜 5 の上に、電子ビーム加熱型蒸着装置と質量流量センサ部形成用のフォトリソパターン (図示省略) を用いて、Cr/Pt/Cr 膜 (厚さ 10/100/10 μ m) から成る測温抵抗 3a₁、3a₂ 及び加熱用ヒータ 3b 等のパターンを金属膜 M₁ により形成する (図 4 (c))。

【0036】

また、前記質量流量センサ部 3 を形成する金属膜 M₁ の形成が終れば、質量流量センサ部形成用のフォトリソパターンに替えて圧力センサ部形成用のフォトリソパターン (図示省略) を用い、SiO₂ 膜 5 上に前記電子ビーム加熱型蒸着装置により Cr/Cr-Ni 合金/Cr 膜 (厚さ 10/100/10 μ m) から成る歪みセンサ素子 4a 等のパターンを金属膜 M₂ により形成する (図 4 (d))。

【0037】

その後、前記図 4 (c) 及び図 4 (d) の工程で形成した質量流量センサ部 3 を形成する測温抵抗 3a₁、3a₂ 及び加熱用ヒータ 3b 並びに圧力センサ部 4 を形成する歪みセンサ素子 4a 等の上に、前記 TEOS を用いるプラズマ CVD 装置により、厚さ約 0.5 μ m の SiO₂ 膜 (保護膜) 6 を形成する (図 4 (e))。

【0038】

引き続き、CF₄ ガスを用いるプラズマエッチング装置により、電極挿入孔の形成用フォトリソパターン (図示省略) を用いて、前記保護膜 6 に測温抵抗 3a₁、3a₂ や加熱用ヒータ 3b 用の口径 200 μ m の電極取り出し用の孔 (電極挿入孔 7) 並びに歪みセンサ素子 4a 用の口径約 100 μ m の電極取出し用の孔 (図示省略) を穿設する (図 4 (f))。

【0039】

尚、SUS316L 材や Cr は CF₄ ガスによるプラズマに対して高い耐性を有しているため、SiO₂ 膜 6 のエッチングが完了すれば、進行中のエッチングは自動的にストップする。その結果、所謂オーバーエッチングに至る危険性は全く無い。

【0040】

最後に、レジスト 9a、9b を塗布したあと、塩化第 2 鉄溶液 (FeCl₃ · 40 wt %) でもってエッチング処理することにより円形に貫通させ、センサ部 1 を材料 W から切り離す。

【0041】

尚、材料 W から切り離した円形のセンサ部 1 は、レジスト 9a、9b を除去したあと、図 5 に示すような形状に形成されたセンサベース 10 の取付溝 10a 内へ嵌合され、外周縁部をレーザ溶接することによりセンサベース 10 へ気密状に溶接固定される。これによ

り、本発明による耐食金属製流体用センサSが構成されることになる。

【0042】

図6は、前記図5に示した本発明に依る流体用センサSの質量流量検出のための信号検出用回路のブロック構成図であり、当該信号検出用回路は、質量流量センサ部3と圧力センサ部4とから成るセンサ部1、ヒータ駆動回路11、圧力オフセット調整回路12a、質量流量オフセット調整回路12b、オフセット調整回路（微調整用）13、ゲイン調整回路14、差動増幅回路15a、15b、質量流量出力端子16、流体圧力出力端子17、信号処理回路18及び乗算処理回路19等から構成されている。尚、図6に於いて、3a₁、3a₂は温度センサ素子、4a₁、4a₂は歪みセンサ素子である。

【0043】

図6を参照して、ヒータ駆動回路11の作動により、質量流量センサ部3の加熱が行われ、被測定ガスGの流通により、質量流量センサ部3の温度センサ素子3aを形成する上流側測温抵抗3a₁及び下流側測温抵抗3a₂の温度変化によって抵抗値が変化すると、その変化が出力電圧の変化として差動増幅回路15bへ入力され、その差動増幅出力が質量流量オフセット調整回路12b、オフセット調整回路13及び乗算処理回路19を介して質量流量出力端子16へ出力される。

【0044】

本発明のセンサ部1を形成する耐食性金属基板2は薄膜化されているため、ガスGが流れることにより、そのガス圧によってセンサ部1が歪み、その結果温度センサ3aの測温抵抗3a₁、3a₂の抵抗値が変化し、これによって温度センサ3aのブリッジ出力が変動することになる。

【0045】

図7は、本発明の流体用センサSに於いて、圧力センサ部4による調整、即ち圧力オフセット調整回路12aによるゲイン調整や信号処理回路18からの出力によるオフセット調整回路13による調整及びゲイン調整回路14によるゲイン調整をしない場合の流体圧力と、センサSの質量流量出力（出力端子16の出力mV）の関係を示すものであり、曲線A、B、Cは三個のサンプルについての実測値（測温抵抗3a₁、3a₂への電流値5mAの場合）を示すものである。

【0046】

尚、加熱用ヒータ3bを作動させた場合と加熱用ヒータ3bを作動させない場合の何れに於いても、流体圧力の変動によりセンサSの出力が変動し、また、同じヒータ作動電流であっても、上流側測温抵抗3a₁と下流側測温抵抗3a₂の流体圧力Pに対する抵抗値の変化量が、夫々異なることが実験により確認されている。

【0047】

上述の如く、通常の抵抗ブリッジ回路を用いた場合には、センサ部1の出力が歪みの発生によって変化するという問題を生じるが、本発明で用いる信号検出用回路では、圧力センサ部4からの出力により、その歪みセンサ素子4a₁、4a₂、圧力オフセット調整回路12a及び信号処理回路18等を介して上流側測温抵抗3a₁及び下流側測温抵抗3a₂から出力される電圧値の増幅率及びオフセットを微調整する構成としているため、流体圧力Pの印加により生じた各測温抵抗3a₁、3a₂の出力電圧値の変化が、前記各増幅率及びオフセットの調整によって消去されることになる。

その結果、ガス圧力によるセンサ部1の出力変動を完全に抑えることが可能となり、高精度な質量流量の検出が可能となる。

【0048】

図8は、本発明に依る流体用センサSの特性を示すものであり、図8の（a）は加熱用ヒータ3bの温度と抵抗値の関係、（b）は加熱用ヒータ3bの電流値と抵抗値の関係、（c）はガス流量（SCCM）と検出出力値（v）との関係を夫々示すものである。

【0049】

尚、図8の諸特性の測定に供した温度センサ3aの加熱用ヒータ3bの抵抗値は約2.4kΩ、測温抵抗3a₁、3a₂の抵抗値は2.0kΩ（両者は同一値）であり、加熱用

ヒータ 3b に 10 mA の電流を流すと共に測温抵抗 3a₁、3a₂ には 1.2 mA の電流を流した。また、流体圧力は 100 KPa G の一定値に保持している。

更に、ガス流量を 0~100 SCCM の範囲で変化させた時のセンサ部 1 の出力値の変化は約 1.0 V であった（但し、出力値は OP アンプにより 500 倍に増幅）。

【0050】

加えて、センサ部 1 の出力値は、後述する図 14 に示した流体用センサ S の流量センサベース 10 と流体通路との間隙（流路高さ）に依存するため、前記流路高さを調整することにより、流量測定可能範囲を適宜に切換えすることが出来る。

【0051】

図 9 は、本発明に於ける圧力センサ部 4 を作動させ、前記図 6 に於ける圧力センサ部 4 による調整を行なった場合の流体流量とセンサ出力の関係を示すものである。図 9 に於いて、曲線 A₁ は流体圧力 100 KPa G で圧力センサ部 4 を作動させない場合（即ち、前記図 8 の曲線 C）を、曲線 A₂ は流体圧力を 150 KPa G に上昇させた場合を（圧力センサ部 4 は不作動、他の試験条件は曲線 A₁ の場合と同一）、曲線 A₃ は流体圧力 150 KPa G で圧力センサ部 4 を作動させた場合（他の試験条件は曲線 A₁ の場合と同一）を夫々示すものであり、本発明の流体用センサ S に於いては、100 KPa G から 150 KPa G に流体圧力が変動しても、圧力センサ部 4 を作動させることにより、流量-出力特性の変動をほぼ完全に防止できることが確認されている。

【0052】

図 10 は、本発明に係る流体用センサ S の流量応答特性の一例を示すものであり、ガス流量を 0~100 SCCM に設定した場合の特性を示すものである。

尚、図 10 に於いて、曲線 SA は本発明に係る流体用センサ S の流量応答特性であり、横軸の 1 目盛は 250 msec である。又、曲線 SF は、従前の圧力式流量制御装置に於ける質量流量センサの同一条件下での流量応答特性を示すものである。

【0053】

図 11 は、前記本発明に係る流体用センサ S のガス流量（SCCM）と検出出力値（V）の関係（図 9）の測定に用いた測定回路のフロー構成図であり、He ガス源 40 から圧力調整器 41 を通して圧力式流量制御装置 42 へ He ガスを供給し、ダイヤフラム真空ポンプ 43 により排気しつつその排気流量を圧力式流量制御装置 42 により測定する。

【0054】

尚、被測定センサである本発明の流体用センサ S は、圧力式流量制御装置 42 の 1 次側流路に介挿されている。

また、図 11 に於いて、44 は流体用センサ S（流量センサ）の駆動回路、45 はオシロスコープ、46 は信号発信器であり、流体用センサ S の流量出力 S₀ はオシロスコープ 45 へ入力され、圧力式流量制御装置 42 による流量測定値 F₀ と対比される。

【0055】

図 12 は、前記本発明に係る流体用センサ S の供給圧力が変動した場合のガス流量の測定回路のフロー構成図である。

図 12 に於いて、47 は三方切換弁、48 はマスフローメータ、49 は 2 次側管路（内容積 15 cc 又は 50 cc）、50 は圧力調整弁（He 流量 20 SCCM で P₂ が 100 Torr となるように開度を調整）、P₁・P₂ は圧力計である。

【0056】

測定に際しては、三方切換弁 47 を開閉することによりマスフローメータ 48、流体用センサ S（本発明品・被測定センサ）及び圧力式流量制御装置 42 へ供給する He ガスの圧力を変動させる。

尚、圧力式流量制御装置 42 の 2 次側管路 49 は、その内容積が 15 cc（又は 50 cc）に選定されており、真空ポンプ 43 を全負荷運転中に於いて He ガス流量が 20 SCCM の時に、圧力 P₂ が 100 Torr となるように圧力調整弁 50 により 2 次側圧力 P₂ が調整されている。

また、オシロスコープ 45 へは流体用センサ S の検出流量 S₀ とマスフローメータ 48

の検出流量 M_0 、圧力式流量制御装置42の検出流量 F_0 及び圧力測定値 $P_1 \cdot P_2$ が夫々入力されており、夫々記録されている。

【0057】

図13は、前記図12の測定回路により測定した結果を示すものであり、供給圧力を200KPa・absから150KPa・absへ変化させたときの各検出値 F_0 、 P_2 、 S_0 、 M_0 の変化の状態を示す。本発明の流体用センサSの流量検出値 S_0 とマスフローメータ48の流量検出値 M_0 とを対比した場合、供給圧力の変動に対して両者の流量検出値 S_0 、 M_0 （流量信号）は夫々追隨していることが判る。

【0058】

図14は、本発明の流体用センサSを設けた流体供給機器の一例を示すものであり、流体用センサSをガス流路に設けた接手部20へ組み付けした状態を示すものである。図14に於いて、21は接手部20のボディ、22はセンサベース押え、23は配線用基板押え、24は配設用基板、25はガイドピン、26はガイドピン、27は金属ガスケット、28はゴムシート、29はリードピン、30はリード線（金線）である。

尚、前記ガイドピン25・26は、ボディ22内へ質量流量センサSを取り付けする際の位置決めをするためのものであり、センサベース10とボディ21間は金属ガスケット27により気密が保持されている。

【0059】

また、流体流入口21aから流入した流体ガスGは、流体通路21b内を流通する間にセンサ部1によってその質量流量が検出され、流体流出口21cから外部へ流出して行く。

本発明では、被測定ガスGがSUS316L製の基板2に接触しつつ流通するため、従前のシリコン製基板の場合のようにガスGによって基板2が腐食されることは全く無い。

【0060】

図15は、本発明の流体用センサSを圧力式流量制御装置の本体部へ組付けした場合を示すものであり、図15に於いて、Sは流体用センサ、31はボディ、32は圧力検出器、33はコントロール弁、34は圧電型弁駆動装置、35はオリフィス、36はフィルタである。

【0061】

図16は、本発明の流体用センサSの組付け位置を変更したものであり、実質的には図15の場合と略同一である。

尚、圧力式流量制御装置やその本体部の構成は、例えば特許第3291161号、特開平11-345027号等によって公知であるため、ここではその説明を省略する。また、流体用センサSの取付け方法は、図14の場合と同様であるため、説明を省略する。

【0062】

図17乃至図19は流体制御器を構成する部材へ組み付けするために構成された流体用センサSの他の例を示すものであり、図17は平面図、図18は断面図、図19は側面図である。

尚、図17乃至図19に於いて、37は中継基板、38はベアリング、39はセンサSの取付ねじ穴、51は流体流入口、52は流体流出口である。また、流体用センサSの取付け方法は、図14や図16の場合と同様であるため、説明を省略する。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】本発明に依る耐食金属製熱式質量流量センサのセンサ部の平面概要図である。

【図2】図1のA-A断面概要図である。

【図3】本発明に依る耐食金属製熱式質量流量センサの作動原理の説明図である。

【図4】センサ部の製造工程の説明図であり、(a)はステンレス鋼薄板の準備工程、(b)は絶縁膜5の形成工程、(c)はCr/Pt/Cr膜（金属膜M）の形成工程、(d)は保護膜6の形成工程、(e)は電極挿入孔の形成工程、(f)はステン

レス銅薄板の裏面エッチング工程、(g)はセンサ部1の切り離しエッチング工程を夫々示すものである。

【図5】耐食金属製流体用センサの一例を示す断面概要図である。

【図6】本発明に依る流体用センサの質量流量検出のための信号検出用回路のブロック構成図である。

【図7】流体圧力と流体センサ出力/温度センサのブリッジ回路出力との関係を示す線図である。

【図8】本発明に依るセンサ部の諸特性を示す線図であり、(a)は加熱用ヒータ温度と測温抵抗の抵抗値の関係、(b)は加熱用ヒータ電流と測温抵抗の抵抗値の関係、(c)はガス流量とセンサ出力の関係を夫々示すものである。

【図9】圧力センサ部4を用いて圧力変動に対する補償を行なった場合のセンサの流量特性を示す線図である。

【図10】本発明に係る流体用センサの流量応答特性の一例を示す線図である。

【図11】本発明に係る流体用センサSの流量特性の測定に用いた測定回路のフロー構成図である。

【図12】本発明に係る流体用センサSの供給圧力変動に対する流量特性の測定に用いた測定回路のフロー構成図である。

【図13】図12の測定回路により測定した本発明の流体用センサSの供給圧力変動時の流量特性を示すものである。

【図14】本発明に依る流体用センサの組付図の一例を示す断面図である。

【図15】本発明に依る流体用センサの組付図の他の例を示す断面図である。

【図16】本発明に係る流体用センサの組付図の更に他の例を示す断面図である。

【図17】本発明に係る流体用センサの他の組付例を示す平面図である。

【図18】図17のB-B断面図である。

【図19】図17の側面図である。

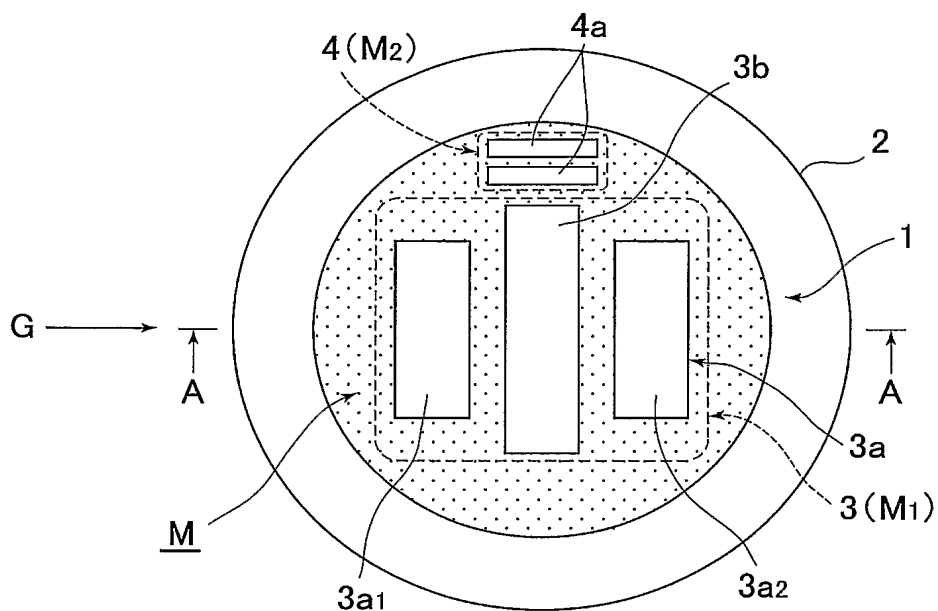
【図20】従前のシリコン製超小型熱式質量流量センサの概要を示す断面図である。

【符号の説明】

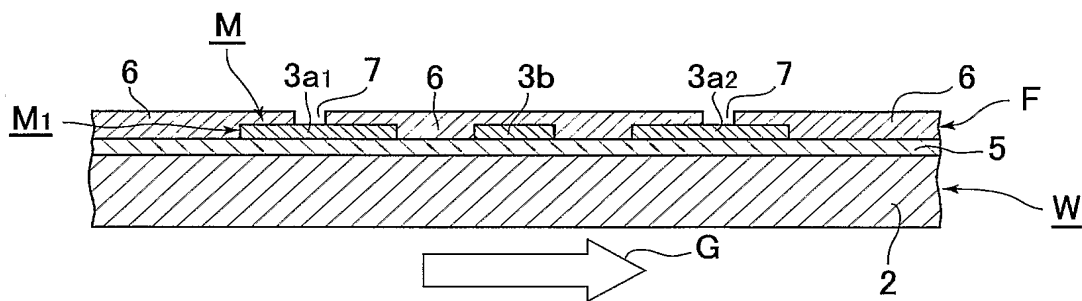
【0064】

Sは耐食金属製流体用センサ、Fは薄膜、M₁は質量流量センサ部を形成する金属膜、M₂は圧力センサ部を形成する金属膜、Wは耐食性金属材料、Gは被測定ガス、1はセンサ部、2は耐食性金属基板、3は質量流量センサ部、3aは温度センサ、3a₁、3a₂は測温抵抗、3bは加熱用ヒータ、4は圧力センサ部、4aは歪みセンサ素子、5は絶縁膜、6は保護膜、6aは質量流量センサ部用保護膜、6bは歪みセンサ部用保護膜、7は電極挿入孔、9a・9bはレジスト、10は流量センサベース、10aは取付け溝、11はヒーター駆動回路、12aは圧力オフセット調整回路、12bは質量流量オフセット調整回路、13はオフセット調整回路(微調整用)、14はゲイン調整回路、15a、15bは差動増幅回路、16は質量流量出力端子、17は流体圧力出力端子、4a₁・4a₂は歪みセンサ素子、18は信号処理回路、19は乗算処理回路、20は接手部、21はボディ、22はセンサベース押え、23は配線用基板押え、24は配線用基板、25・26はガイドピン、27は金属ガasket、28はゴムシート、29はリードピン、30はリード線(金線)、31はボディ、32は圧力検出器、33はコントロール弁、34は圧電型弁駆動装置、35はオリフィス、36はフィルタ、37は中継基板、38はベアリング、39は取付ねじ穴、40はHeガス源、41は圧力調整器、42は圧力式流量制御装置、43はダイヤフラム真空ポンプ、44は流体用センサSの駆動回路、45はオシロスコープ、46は信号発信器、47は三方切換弁、48はマスフローメータ、P₁・P₂は圧力計、49は圧力式流量制御装置の2次側管路(内容積が15cc又は50cc)、50は圧力調整弁、S₀は流体用センサSの流量出力、F₀は圧力式流量制御装置の流量出力、M₀はマスフローメータの流量出力、PTは2次側圧力計の出力、51は流体流入口、52は流体流出口である。

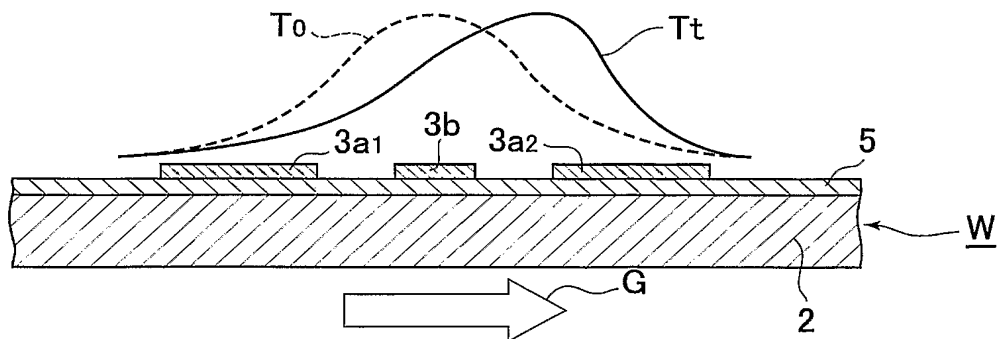
【書類名】 図面
【図 1】



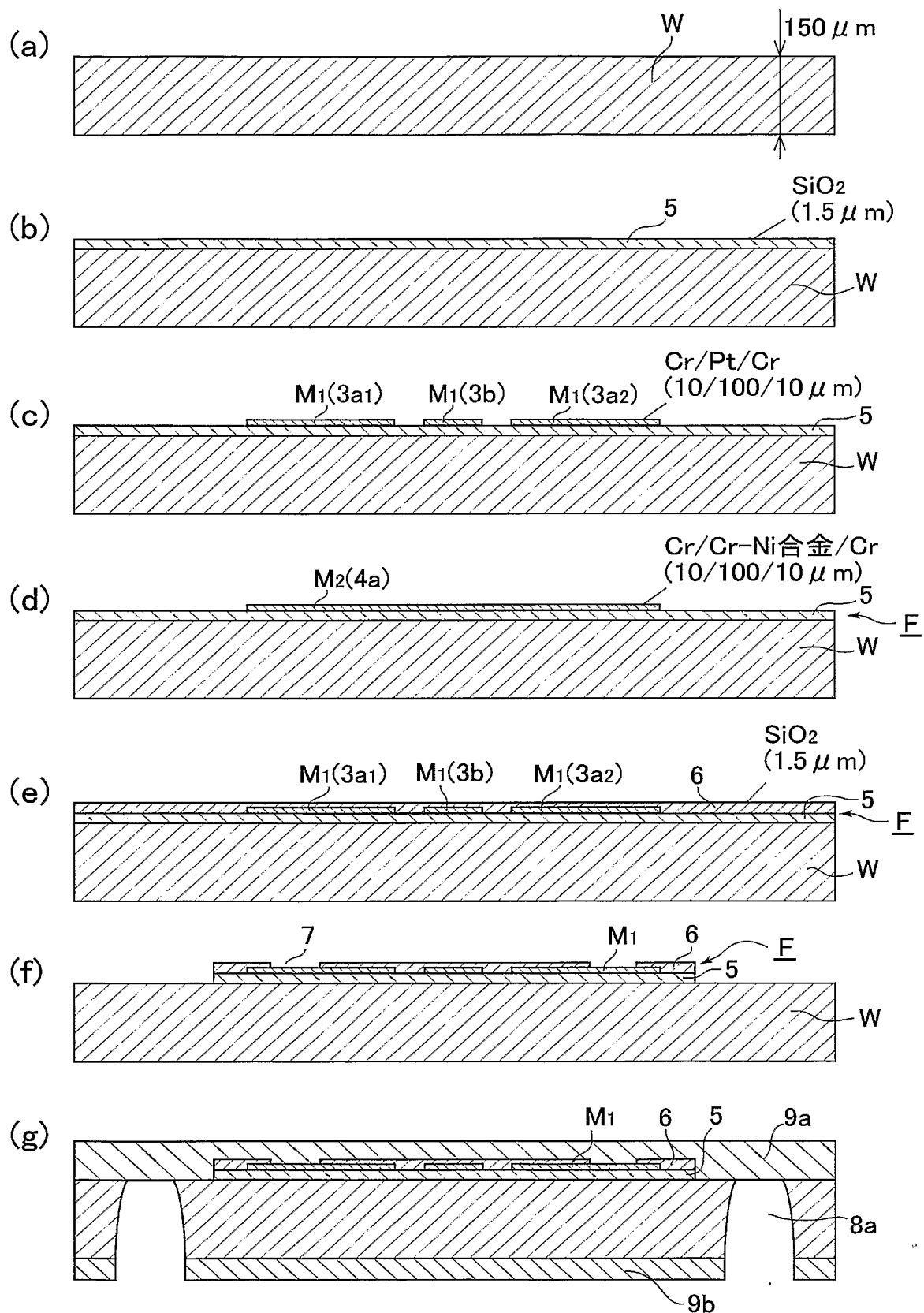
【図 2】



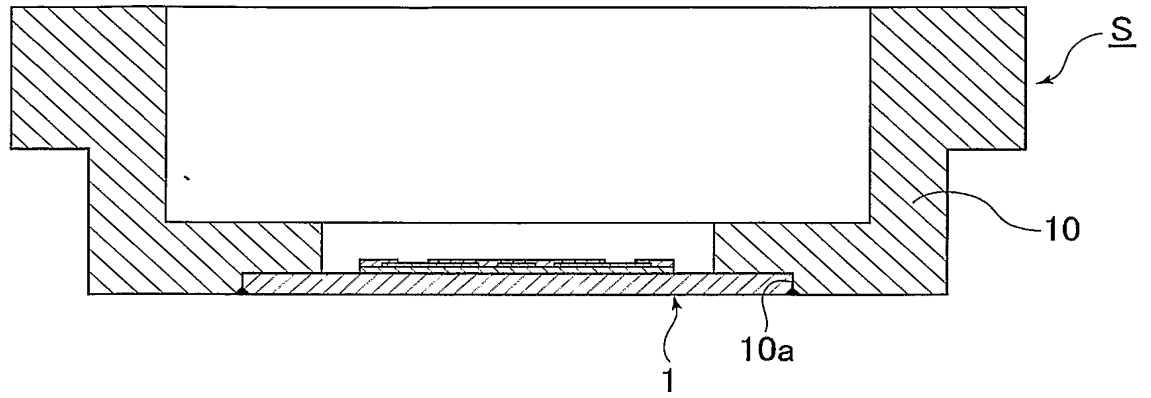
【図 3】



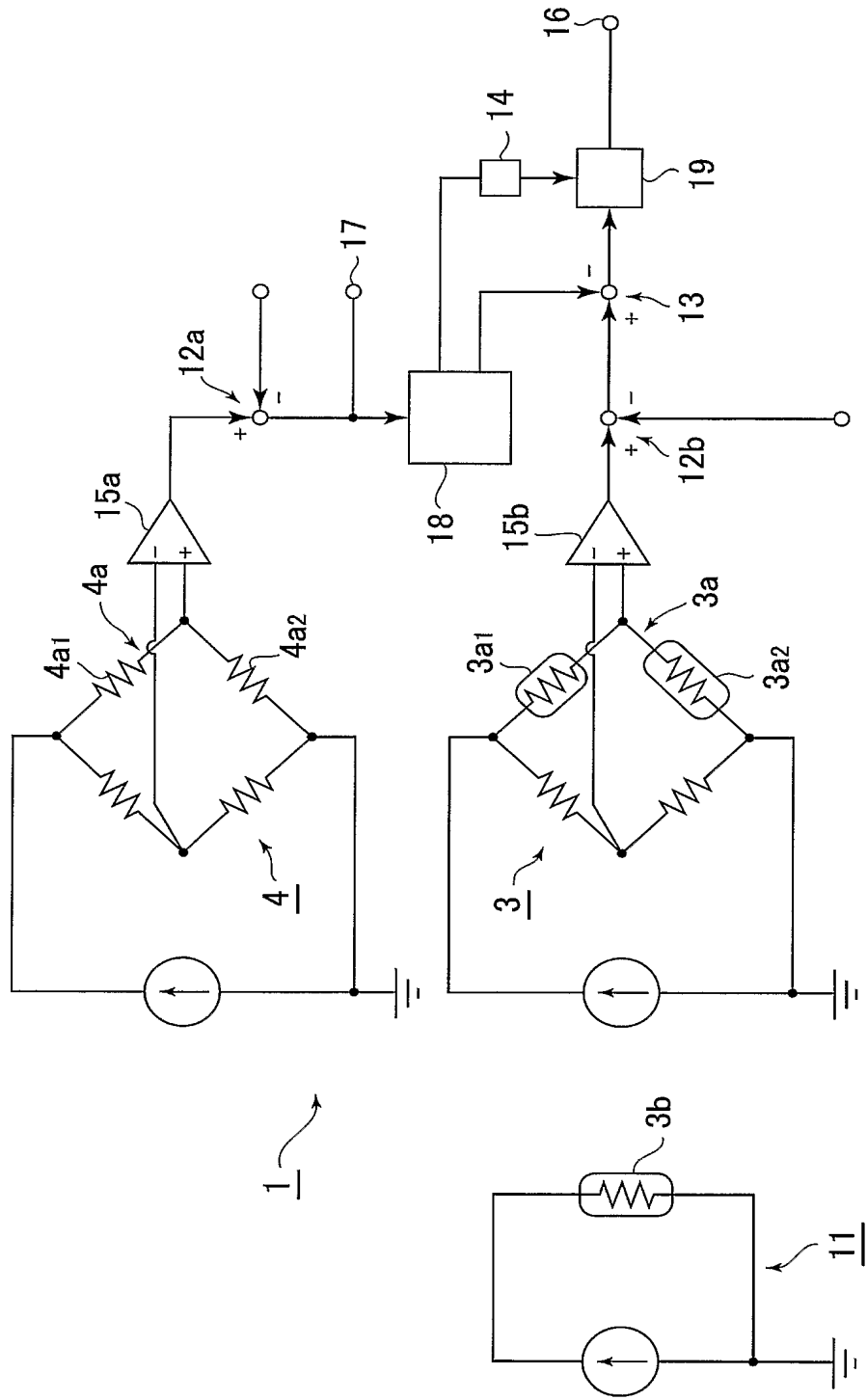
【図 4】



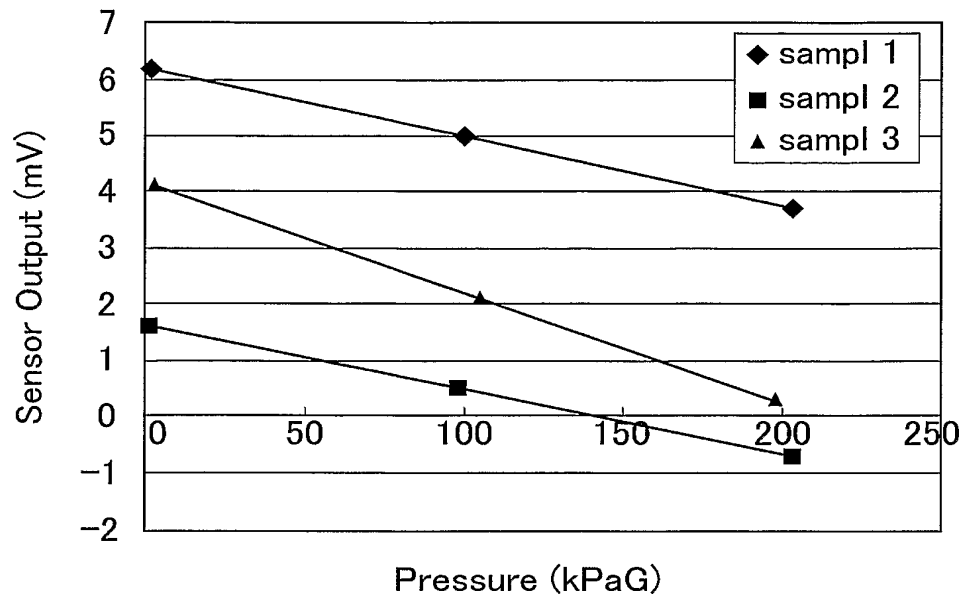
【図 5】



【図 6】

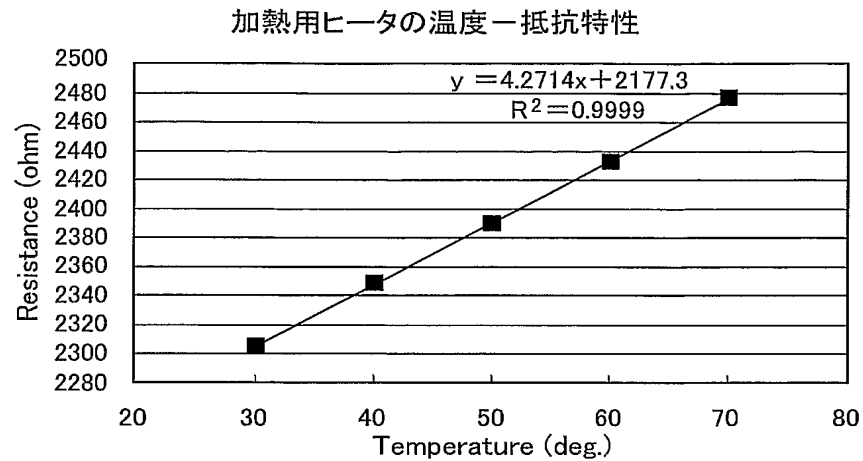


【図 7】

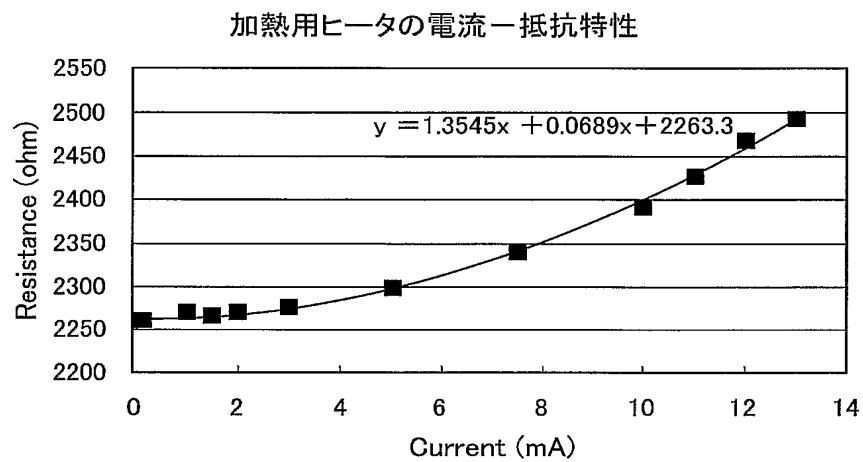


【図 8】

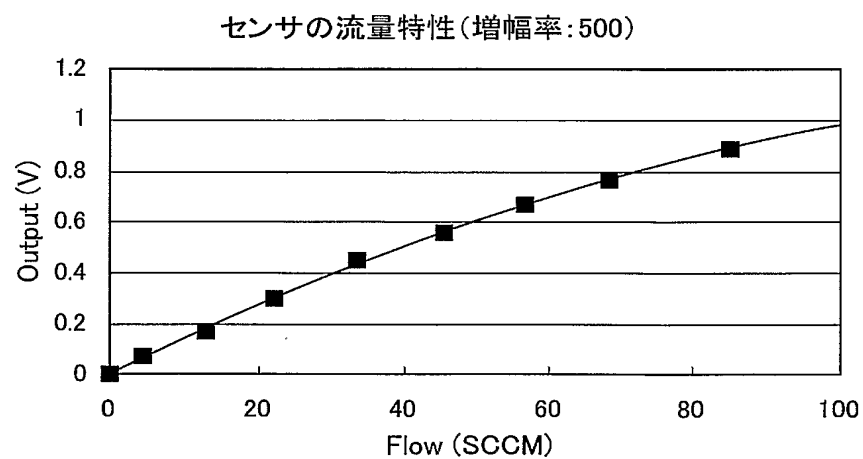
(a)



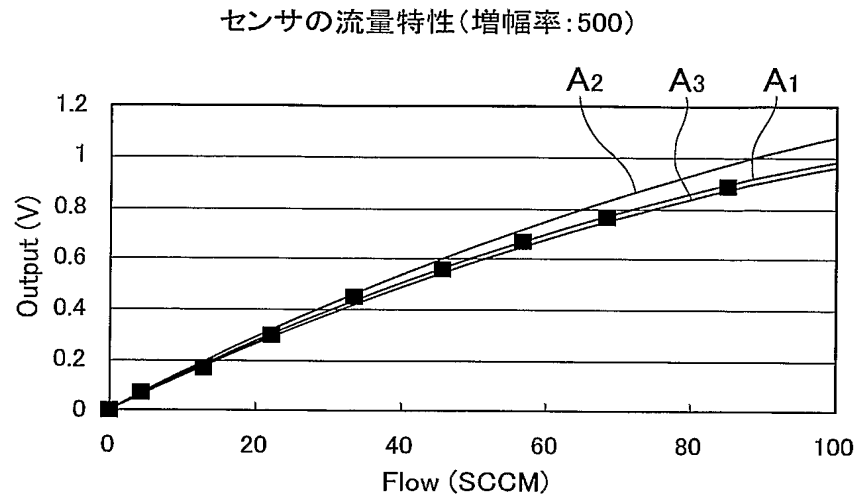
(b)



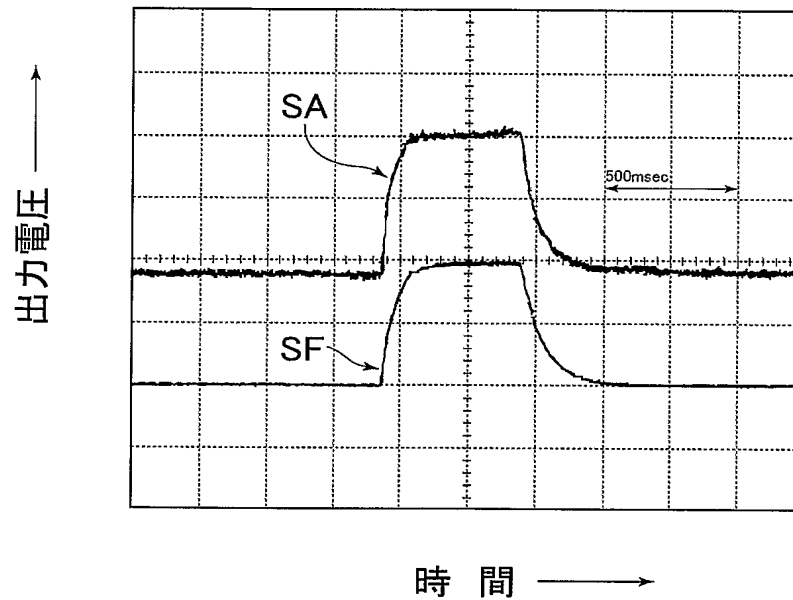
(c)



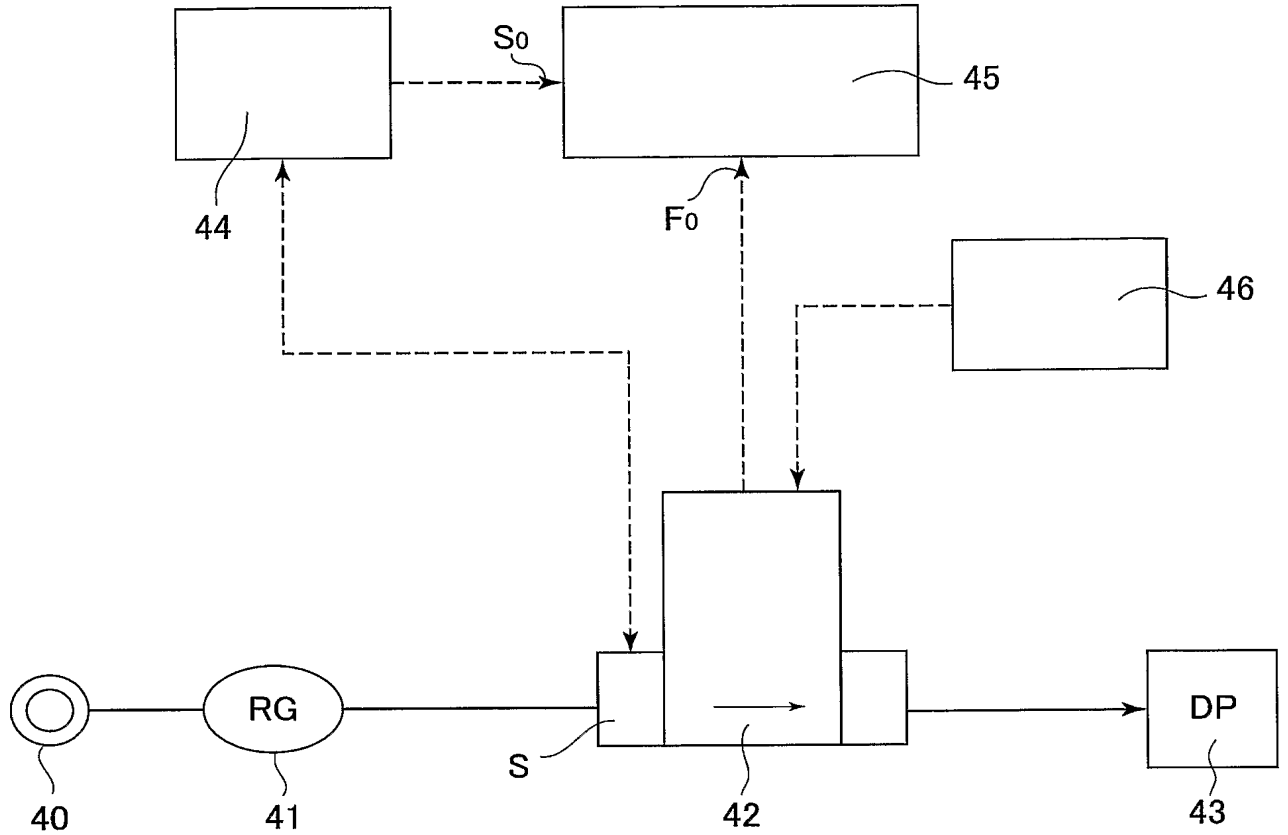
【図 9】



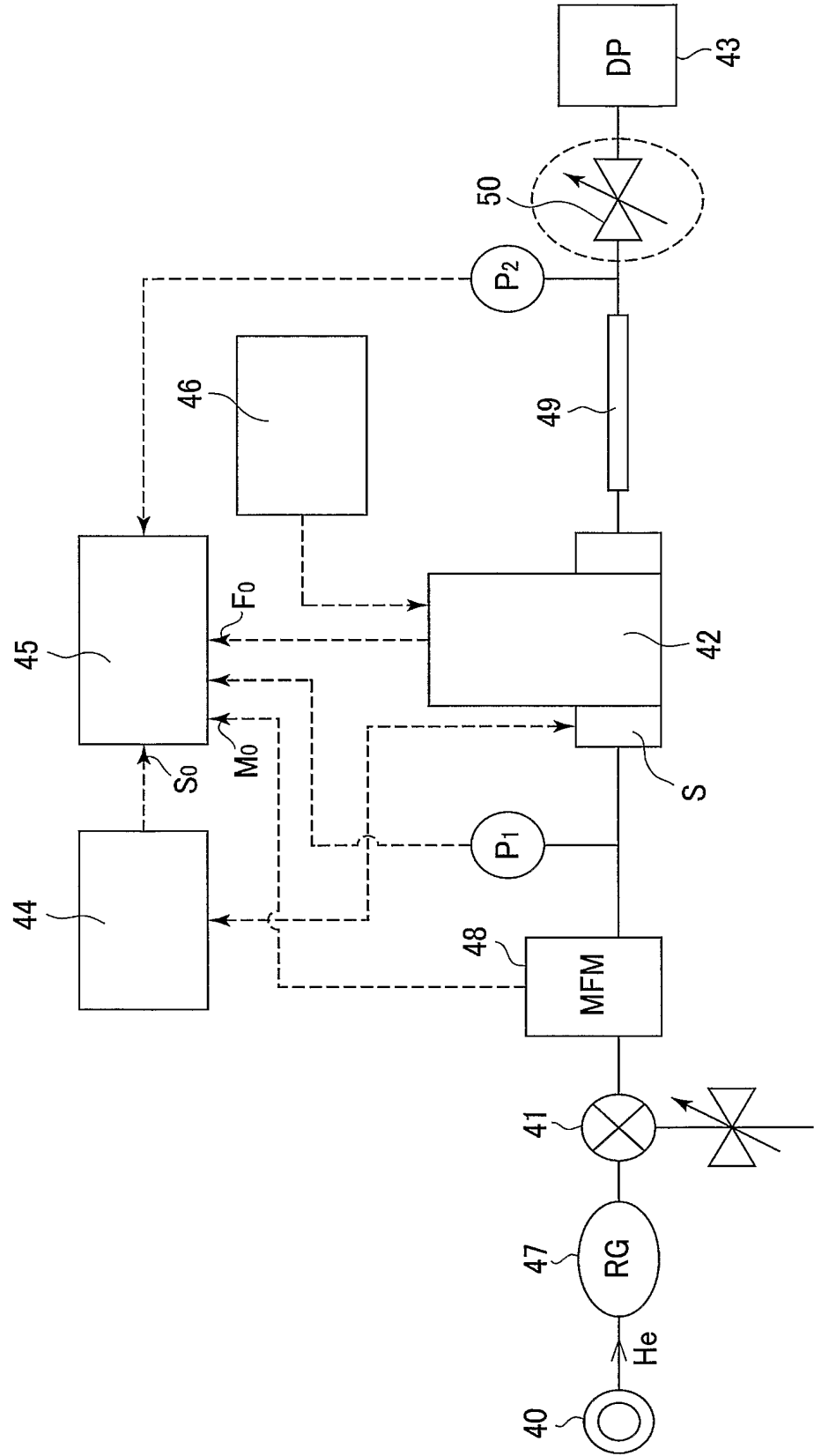
【図 10】



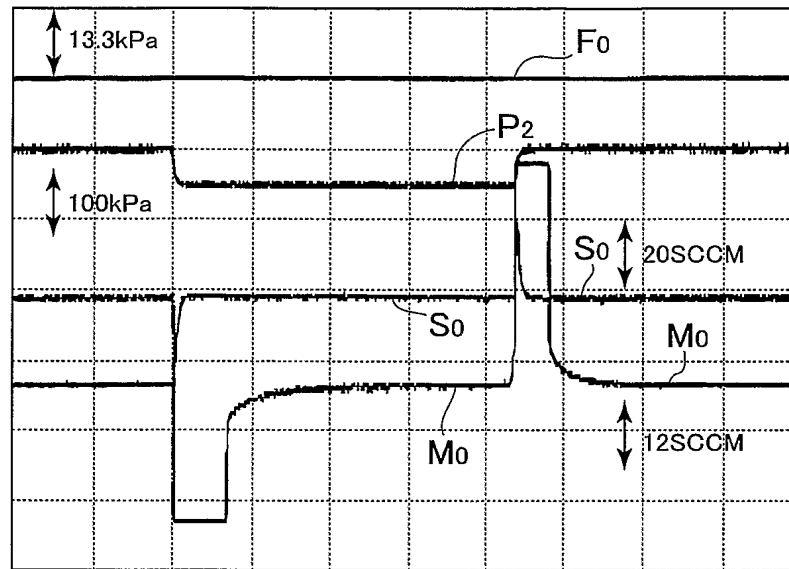
【図 11】



【図 12】

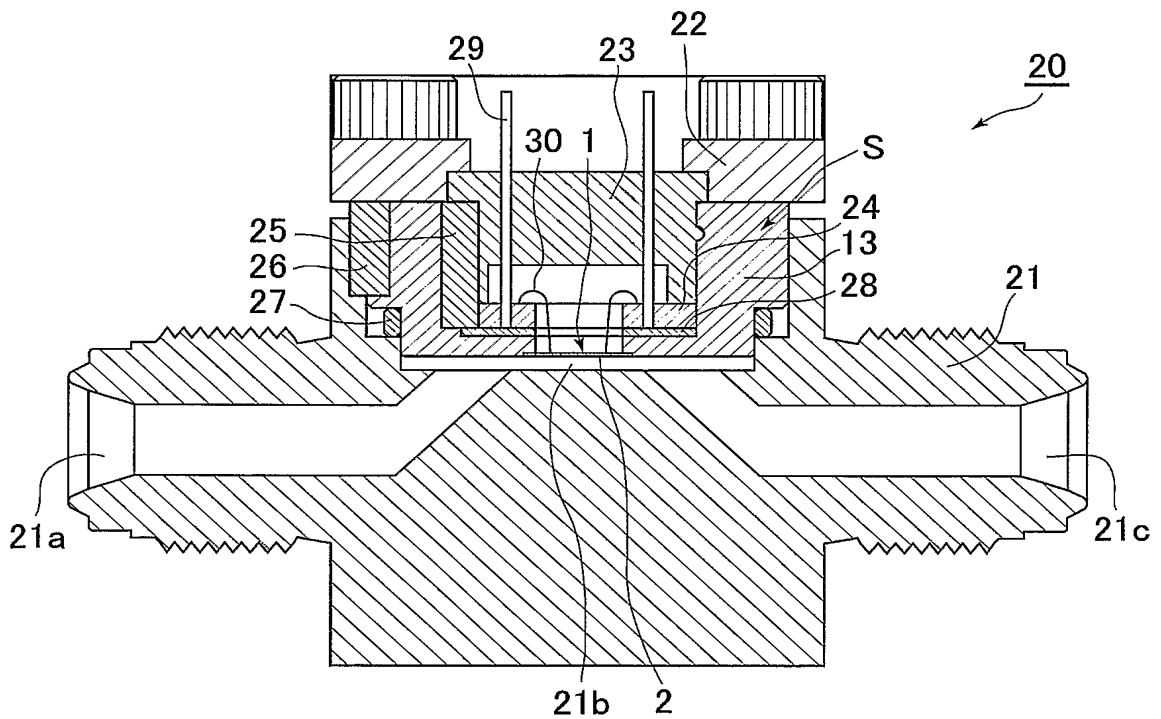


【図 13】

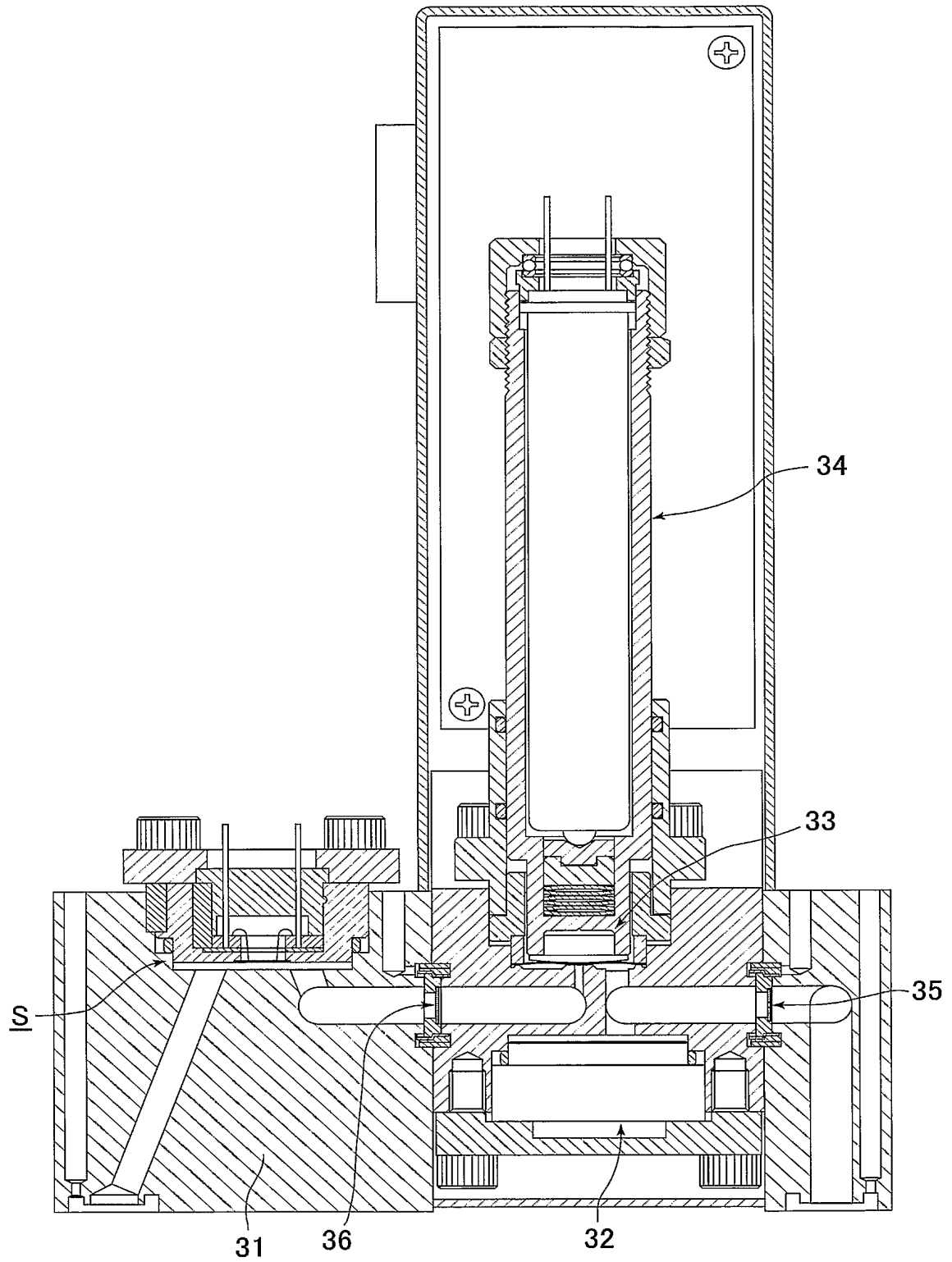


供給圧200→150kPa abs.

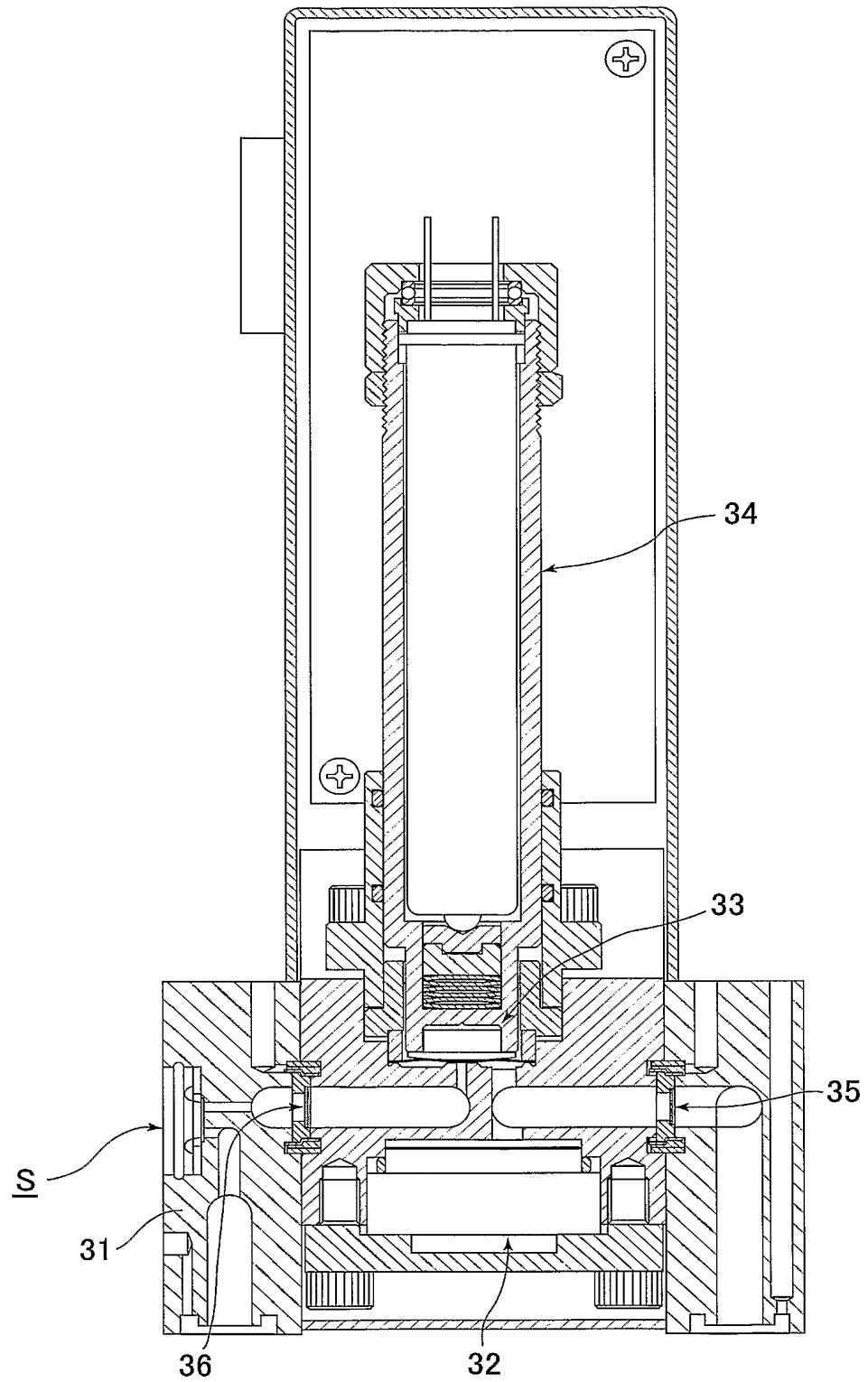
【図 14】



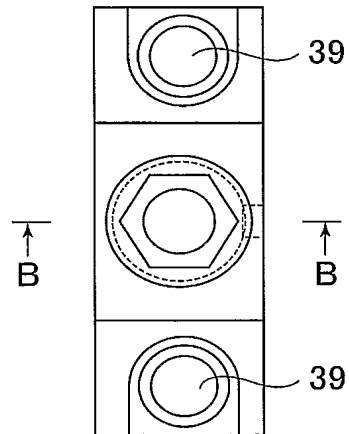
【図 15】



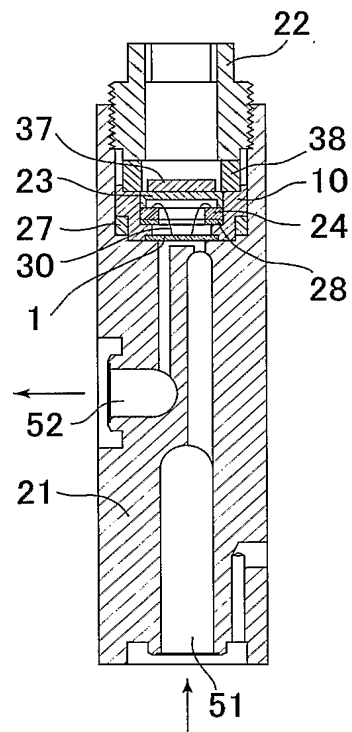
【図 16】



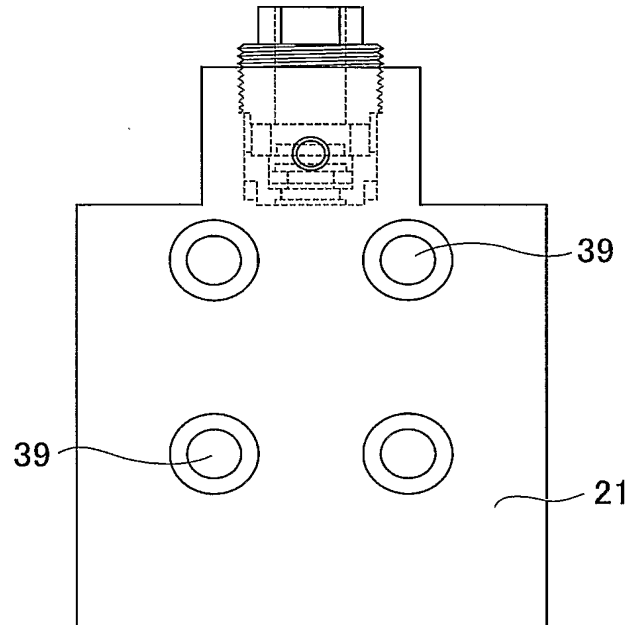
【図 17】



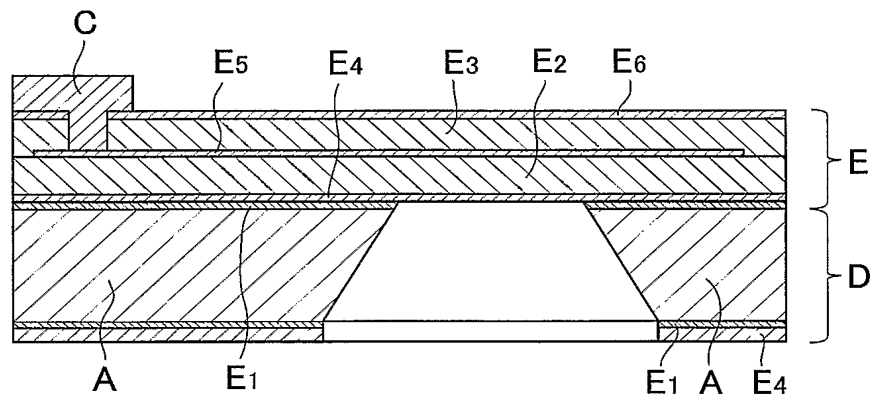
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱式質量流量センサの耐食性を高めると共に、圧力変動に対する測定精度の安定化、応答性の向上、パーティクルフリー、製品品質のバラツキの防止及び圧力測定等を可能にした耐食金属製流体用センサとこれを用いた流体供給機器を提供する。

【解決手段】 耐食性金属基板 2 と、当該耐食性金属基板 2 の接流体表面の裏面側に設けた温度センサ 3 a と加熱用ヒータ 3 b とを形成する薄膜から成る質量流量センサ部 1 と、耐食性金属基板 2 の接流体表面の裏面側に設けた歪みセンサ素子 4 a を形成する薄膜から成る圧力センサ部 4 とを備え、流体の質量流量及び圧力を計測する構成とする。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 4 - 0 4 7 7 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 9 0 0 3 3 8 5 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 1 1 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市西区立売堀 2 丁目 3 番 2 号
氏 名	株式会社フジキン